

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/003146

International filing date: 24 March 2005 (24.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR
Number: 0403814
Filing date: 09 April 2004 (09.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 May 2005 (24.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



PCT/EP200 5 / 0 0 3 1 4 6

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 23 MARS 2005

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

☎ **0 825 83 85 87**
0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

REMISE DES PIÈCES DATE LIEU - 9 AVR. 2004 0403814 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI - 9 AVR. 2004		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Manufacture Française des Pneumatiques MICHELIN Jacques BAUVIR Service SGD/LG/PI - LAD 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09	
Vos références pour ce dossier (facultatif) P10-1613/JB			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____			
<i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date _____			
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____			
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Pneumatique muni d'un capteur capacitif, pneumatique muni d'un capteur de déformations, capteur de déformations et procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		Société de Technologie MICHELIN	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		4 1 4 6 2 4 3 7 9	
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	23 rue Breschet	
	Code postal et ville	16 3 0 0 0 CLERMONT-FERRAND	
	Pays	France	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES
DATE
LIEU
N° D'ENREGISTREMENT
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Réserve à l'INPI

- 9 AVR. 2004
0403814

DB 540 W / 210502

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)

Nom BAUVIR
Prénom Jacques
Cabinet ou Société Manufacture Française des Pneumatiques MICHELIN
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel PG 7107 et 7112
Adresse
Rue 23 place des Carmes Déchaux
Code postal et ville 63 10 14 10 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09
Pays France
N° de téléphone (facultatif) 04 73 10 73 68
N° de télécopie (facultatif) 04 73 10 86 96
Adresse électronique (facultatif)

7 INVENTEUR (S)

Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques

Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes

☐ Oui☒ Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)**8 RAPPORT DE RECHERCHE**

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat ou établissement différé

☒

Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)

Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt

☐ Oui
☐ Non**9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requis pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)
☐ Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS☐ Cochez la case si la description contient une liste de séquences

Le support électronique de données est joint

☐

La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe

☐

Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes

1

11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)

Pour MFPM - Mandataire 422-5/S.020
Jacques BAUVIR, Salarié MFPM

VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI

M. MARTIN



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° 1.../1...

BR/SUITE

REMISE DES PIÈCES DATE - 9 AVR. 2004 LIEU 0403814 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 329 @ W / 210103

Vos références pour ce dossier (facultatif)		P10-1613/JB
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique
Nom ou dénomination sociale		MICHELIN Recherche et Technique S.A.
Prénoms		
Forme juridique		Société Anonyme
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Domicile ou siège	Rue	10 et 12 route Louis Braille
	Code postal et ville	1171613 GRANGES-PACCOT
	Pays	Suisse
Nationalité		Suisse
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique
Nom ou dénomination sociale		
Prénoms		
Forme juridique		
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Domicile ou siège	Rue	
	Code postal et ville	
	Pays	
Nationalité		
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Pour MFPM - Mandataire 422-5/S.020 Jacques BAUVIR, Salarié MFPM
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI M. MARTIN

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI

L'invention concerne un pneumatique muni d'un capteur capacitif, un pneumatique muni d'un capteur de déformations, un capteur de déformations et un procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique.

5 Plus précisément, l'invention concerne un pneumatique muni d'un capteur capacitif comportant deux électrodes sensiblement parallèles, le capteur capacitif étant porté par un flanc du pneumatique.

On appelle flèche d'un pneumatique, l'amplitude de la déformation verticale du pneumatique soumis à une charge. La mesure de la flèche permet de connaître approximativement la charge subie par le pneumatique, à pression de gonflage donnée.
10 Or, la charge subie par un pneumatique est un paramètre important car un dépassement de la charge maximale recommandée peut nuire à l'endurance du pneumatique. On utilise généralement la charge maximale pour laquelle le pneumatique est conçu, sur des pneumatiques de grandes dimensions, par exemple sur les pneumatiques équipant les poids lourds ou les engins de génie civil, pour connaître les limites de chargement.

15 Lors d'une phase de roulage, le pneumatique subit des efforts selon trois directions :

- un effort vertical, ou effort radial, sous l'effet de la charge imposée par le véhicule,
- un effort horizontal orienté selon la direction de roulage, aussi appelé effort de cisaillement orthoradial, créé par un couple appliqué au
20 pneumatique, par exemple sous l'effet de l'accélération du véhicule, et
- un effort horizontal perpendiculaire à la direction de roulage, aussi appelé effort de cisaillement axial, créé par une mise en dérive du pneumatique, par exemple lorsque le véhicule est en virage.

25 En un point donné du pneumatique, la direction orthoradiale désigne la direction perpendiculaire à l'axe et à un rayon passant par le point.

On connaît déjà, dans l'état de la technique, notamment dans le document WO 02/057711, un pneumatique muni d'un capteur capacitif comportant deux électrodes sensiblement parallèles disposées radialement sur un flanc du pneumatique.

30 La valeur de la capacité d'un tel capteur varie en fonction de la distance entre les deux électrodes. Par conséquent, en rendant solidaire un tel capteur d'un flanc du pneumatique, le signal fourni par le capteur est fonction des déformations du flanc du pneumatique.

35 Le capteur de l'état de la technique est sensible de manière équivalente aux trois efforts précités subis par le pneumatique. En effet, les variations du signal fourni par le capteur dues à chacun des trois efforts sont du même ordre de grandeur.

Le signal dépend donc des contributions élémentaires de chaque effort. Les méthodes actuelles permettent alors de déterminer l'extension circonférentielle du pneumatique à partir de laquelle sont déduites de manière empirique les valeurs des efforts subits par le pneumatique ainsi que sa flèche, notamment au moyen de réseaux de neurones.

Ces méthodes donnent des résultats satisfaisants, mais elles sont complexes à mettre en œuvre.

Ainsi, dans les applications dans lesquelles seule une mesure de la flèche du pneumatique est recherchée, les méthodes connues ne sont pas appropriées.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients en fournissant un pneumatique muni d'un capteur capacitif permettant d'obtenir de manière simple une mesure de sa flèche.

A cet effet, l'invention a pour objet un pneumatique muni d'un capteur capacitif comportant deux électrodes sensiblement parallèles, le capteur capacitif étant porté par un flanc du pneumatique, **caractérisé en ce que** les électrodes du capteur sont sensiblement comprises dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique et sont sensiblement orientées selon une direction orthoradiale.

Les inventeurs ont constaté tout d'abord que le signal fourni par un capteur capacitif d'un pneumatique selon l'invention est beaucoup plus sensible aux déformations du flanc engendrées par un effort vertical sur le pneumatique qu'aux déformations du flanc engendrées par un effort horizontal sur le pneumatique.

Les inventeurs ont également constaté que les déformations du flanc engendrées par un effort vertical sur le pneumatique sont directement reliées à la flèche.

De ces deux constatations, les inventeurs ont déduit que, pour une position angulaire du capteur donnée, il existe une bijection entre l'ensemble des valeurs fournies par ce capteur et l'ensemble des valeurs prises par la flèche.

En d'autres termes, le pneumatique selon l'invention fournit un signal qui permet directement, c'est-à-dire sans calcul, de connaître la flèche.

Un pneumatique muni d'un capteur capacitif selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les électrodes du capteur sont des électrodes filaires ;
- les électrodes sont des fils de gomme conductrice souples en flexion et en traction pour ne pas perturber le fonctionnement mécanique du pneumatique ;
- les électrodes sont des électrodes rubans ;
- les électrodes sont rectilignes ;

- les électrodes sont en arc de cercle sensiblement concentrique à l'axe de rotation du pneumatique ;
- les deux électrodes sont noyées dans un corps élastomérique formant un diélectrique, le capteur étant conformé pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre ;
- le corps élastomérique comporte une fente entre les deux électrodes ;
- le capteur est muni d'une enveloppe conductrice souple reliée à un potentiel fixe, destinée à limiter les perturbations électromagnétiques ; et
- l'enveloppe conductrice comporte des particules conductrices noyées dans le corps élastomérique, ces particules conductrices étant par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.

On distingue trois zones sur le flanc du pneumatique : une zone basse correspondant à la partie radialement la plus interne du flanc, dans laquelle la gomme est très rigide, une zone de flexion maximale, qui subit la flexion locale la plus importante lorsque le pneumatique est sous charge, et une zone intermédiaire. La zone de flexion maximale est proche de l'équateur du pneumatique, c'est-à-dire de l'endroit où il est le plus large.

Cette zone intermédiaire du flanc du pneumatique fléchit également lorsque le pneumatique est soumis à une charge. Les inventeurs de la présente invention ont cependant constaté que la déformation locale de cette zone mesurée par un capteur capacitif selon l'invention était encore moins sensible aux efforts horizontaux que la déformation locale mesurée en d'autres zones du flanc du pneumatique.

Il est donc avantageux que le capteur capacitif se trouve sur une partie du flanc du pneumatique située entre une zone basse et une zone de flexion maximale.

L'invention a également pour objet un pneumatique muni d'un capteur de déformations, **caractérisé en ce que** le capteur est agencé pour fournir une valeur caractéristique de la flexion locale, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, d'une partie du flanc du pneumatique.

On appelle flexion locale d'une partie du flanc du pneumatique la variation de courbure de cette partie du flanc du pneumatique. La flexion locale est une mesure locale qui dépend de la partie du flanc, par opposition à la flèche qui est une mesure globale relative au pneumatique et aux efforts qu'il subit.

On entend par valeur caractéristique de la flexion locale une valeur fournie par le capteur à un instant donné, à laquelle correspond une et une seule courbure de la partie du flanc du pneumatique. Il existe donc une bijection entre l'ensemble des valeurs

instantanées fournies par le capteur et l'ensemble des courbures prises par la partie du flanc du pneumatique.

Or, il existe également une bijection entre l'ensemble des courbures prises par la partie du flanc du pneumatique et l'ensemble des valeurs prises par la flèche du pneumatique.

Par conséquent, l'existence de ces deux bijections montre qu'un pneumatique muni d'un capteur de déformations selon l'invention permet d'obtenir de manière simple et directe la valeur de la flèche du pneumatique.

De par la géométrie et le positionnement de ses électrodes, un capteur capacitif positionné sur le flanc d'un pneumatique selon le premier objet de l'invention précédemment défini répond à la définition d'un capteur agencé pour fournir une valeur caractéristique de la flexion locale, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, d'une partie du flanc du pneumatique.

Un pneumatique muni d'un capteur de déformations selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le capteur se trouve sur la partie du flanc du pneumatique dont le capteur fournit une valeur caractéristique de la flexion locale ;
- la partie du flanc du pneumatique dont le capteur fournit une valeur caractéristique de la flexion locale est située entre une zone basse et une zone de flexion maximale.

L'invention a également pour objet un capteur de déformations comportant deux électrodes sensiblement parallèles noyées dans un corps élastomérique formant un diélectrique, **caractérisé en ce qu'il** est conformé pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre et ainsi permettre une meilleure sensibilité à la flexion.

Un capteur de déformations selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la conformation pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre consiste en une fente entre les deux électrodes dans le corps élastomérique ;
- le capteur de déformations est muni d'une enveloppe conductrice souple reliée à un potentiel fixe et destinée à limiter les perturbations électromagnétiques ; et
- l'enveloppe conductrice comporte des particules conductrices noyées dans le corps élastomérique, ces particules conductrices étant par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.

L'invention a également pour objet un procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique, **caractérisé en ce qu'il** comporte une étape dans laquelle on mesure la flexion locale, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, d'une partie du flanc du pneumatique.

5 Un procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique selon l'invention peut en outre comporter la caractéristique selon laquelle la partie du flanc du pneumatique dont on mesure la flexion locale est située entre une zone basse et une zone de flexion maximale.

10 Selon un mode de réalisation particulier, un procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique selon l'invention comporte une étape dans laquelle on mesure la pression du pneumatique. La mesure de la pression permet d'améliorer la précision lors de l'évaluation de la flèche.

15 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma représentant un pneumatique muni d'un capteur de déformations ;
- la figure 2 est un schéma en coupe radiale d'un pneumatique à vide ;
- la figure 3 est un schéma en coupe radiale d'un pneumatique sous charge ;
- 20 – la figure 4 est un schéma en perspective d'un capteur bifil ;
- la figure 5 est un schéma en coupe d'un pneumatique muni d'un capteur bifil ;
- la figure 6 est un schéma en coupe d'un pneumatique sous charge muni d'un capteur bifil ;
- 25 – la figure 7 est un graphique représentant le signal que fournit le capteur bifil lors d'une révolution d'un pneumatique équipé de ce capteur ;
- la figure 8 est un schéma en coupe d'un pneumatique muni d'un capteur de déformations selon un autre mode de réalisation.

30 Un pneumatique en gomme désigné par la référence générale 10, équipé avec un dispositif permettant une mesure de la flèche, est représenté sur la figure 1. Ce pneumatique est un pneumatique de voiture mais l'invention peut être mise en œuvre sur n'importe quel type de pneumatique.

35 On appelle bande de roulement la partie du pneumatique destinée à être en contact avec une route lors d'une utilisation normale du pneumatique. On appelle flèche

d'un pneumatique, l'amplitude de la déformation verticale du pneumatique soumis à une charge.

Ce dispositif de mesure de flèche comporte un capteur de déformations 12 disposé sur le flanc du pneumatique, un boîtier de mesure 14 recueillant les informations du capteur de déformations 12, un collecteur tournant 16 permettant de transmettre ces informations à un boîtier d'acquisition 18 relié à un dispositif de traitement 20 qui fournit une mesure de la flèche en fonction des données recueillies.

Ce dispositif de traitement 20 est par exemple un calculateur.

Le capteur de déformation peut être disposé en n'importe quel point du flanc, aussi bien sur le flanc intérieur que sur le flanc extérieur du pneumatique.

Le flanc du pneumatique 10 peut être décomposé en trois zones représentées sur les figures 2 et 3.

Une première zone, dite zone basse 22 du pneumatique 10, est située sur la partie du flanc la plus interne. Cette zone basse, qui est généralement constituée d'une gomme très rigide, comporte des tringles en acier 24 dont la fonction est d'assurer la tenue mécanique du pneumatique.

Une seconde zone, dite zone de flexion maximale 26, est située approximativement à l'équateur du pneumatique, c'est-à-dire à l'endroit où il est le plus large. C'est dans cette zone que la flexion du flanc du pneumatique 10 est maximale lorsqu'il est soumis à une charge, comme représenté sur la figure 3.

On distingue enfin une troisième zone, dite zone intermédiaire 28, située entre la zone de flexion maximale 26 et la zone basse 22 du flanc du pneumatique. Cette zone intermédiaire 28 présente l'avantage d'être plus souple et donc de subir des déformations plus grandes que la zone basse 22 du flanc du pneumatique 10, mais d'être moins sensible aux efforts dus à l'accélération et aux virages, que la zone de flexion maximale 26 du flanc.

Il est donc avantageux que le capteur de déformations 12 soit disposé de manière à mesurer la flexion locale dans un plan contenant l'axe du pneumatique 10, de cette zone intermédiaire 28.

Le capteur de déformations utilisé, qui sera décrit ultérieurement, est suffisamment petit pour être situé intégralement dans la zone intermédiaire du flanc.

On appelle aire de contact la zone de la bande de roulement du pneumatique qui est en contact avec la route à un instant donné.

Lorsque le pneumatique est soumis à une charge verticale, les flancs du pneumatique reliant l'aire de contact de la bande de roulement au centre du pneumatique fléchissent. On parle couramment de « ventre de lapin ». On appelle zone du ventre de

lapin la partie du flanc du pneumatique qui fléchit. Cette zone du ventre de lapin s'étend sensiblement sur un secteur angulaire mesurant approximativement 60° .

Lorsque le pneumatique muni d'un capteur de déformations est en rotation, le capteur, situé sur la zone intermédiaire du pneumatique, décrit sensiblement un cercle vertical. En particulier, le capteur passe par deux points caractéristiques : le sommet et le point le plus bas de cette trajectoire circulaire.

La flexion est maximale lorsque le capteur est au point le plus bas de sa trajectoire, c'est-à-dire lorsqu'il est situé au milieu de la zone du ventre de lapin.

Sur le reste de la trajectoire, la partie du flanc du pneumatique sur laquelle le capteur est situé est sensiblement au repos. Le flanc du pneumatique est au repos sur un secteur angulaire mesurant approximativement 300° .

Au cours d'une rotation du pneumatique, la valeur de la flexion locale du flanc du pneumatique évolue continûment entre les deux valeurs extrêmes. Elle croît lorsque le capteur évolue depuis l'entrée dans la zone du ventre de lapin jusqu'au milieu de cette zone et décroît depuis le milieu de la zone du ventre de lapin jusqu'à la sortie de cette zone.

Le signal $s(\theta)$ fourni par le capteur de déformations 12 au cours de la rotation du pneumatique 10 est donc un signal périodique de période 360° . Ce signal est représenté en fonction de l'angle θ de rotation du pneumatique sur la figure 7.

Dans ce signal périodique, nous nous intéressons plus particulièrement à une valeur du signal $s(\theta_0)$ où θ_0 est un angle constant compris entre 0 et 360° , par exemple à la valeur du signal lorsque le capteur est au milieu de la zone du ventre de lapin. Cette valeur correspond en principe à la flexion locale maximale du flanc du pneumatique.

Comme cela a déjà été expliqué, les inventeurs ont constaté que la valeur de la flexion locale maximale est reliée directement à la flèche du pneumatique. Une mesure de la flexion locale maximale permet donc d'obtenir la valeur de la flèche. Pour améliorer la précision de la flèche, il est intéressant de tenir compte de la pression du pneumatique.

La relation entre ces trois données peut être obtenue au moyen d'un réseau de neurones, ou plus simplement au moyen d'une table de valeurs remplie empiriquement.

Dans des conditions d'utilisation normales, le pneumatique ne roule pas sur une chaussée parfaitement plane, et la flexion locale maximale n'est pas toujours obtenue lorsque le capteur est au milieu de l'aire de contact. On peut alors moyenner les résultats en utilisant des mesures de flexion locale pour plusieurs valeurs d'angle de rotation, ou utiliser la valeur de l'intégrale du signal périodique sur une période.

Le capteur de déformations 12 utilisé est un capteur capacitif comportant deux électrodes filaires parallèles. On parle de capteur bifil. Ce capteur bifil comporte deux fils 30 conducteurs parallèles souples noyés dans un corps élastomérique 32 formant un diélectrique. Ce capteur agit comme un condensateur dont la capacité varie en fonction de l'écartement des deux fils 30. Lorsque le capteur 12 subit des déformations, l'écart entre les deux fils varie, et le signal qu'il fournit varie donc également.

Les fils conducteurs sont souples en flexion pour ne pas perturber le fonctionnement mécanique du pneumatique et ne pas nuire à l'endurance du pneumatique.

Le capteur bifil est relié au boîtier de mesure 14 au moyen de câbles blindés de manière que la variation de distance entre les câbles ne modifie pas la valeur de la capacité du capteur qui est mesurée grâce au boîtier de mesure 14.

Pour améliorer la sensibilité aux déformations de ce capteur bifil, ce dernier comporte une fente 34 dans le corps élastomérique située entre les deux fils 30, parallèlement à chacun d'entre eux. Cette fente permet de faciliter les déplacements d'un fil par rapport à l'autre.

Ce capteur 12 est utilisé pour mesurer la flexion locale du flanc du pneumatique 10 dans un plan contenant l'axe du pneumatique 10. Le capteur 12 du pneumatique est donc disposé en saillie du pneumatique 10, de telle manière que les fils 30 de ce capteur sont sensiblement compris dans un plan perpendiculaire à l'axe du pneumatique et sont sensiblement orientés selon une direction orthoradiale.

Ainsi, lorsque la partie du flanc du pneumatique sur laquelle le capteur 12 est positionné est au repos, comme représenté sur la figure 5, le capteur bifil est lui aussi au repos et les deux fils 30 sont espacés. Lorsque la partie du flanc du pneumatique sur laquelle est positionné le capteur est sous charge, comme représenté sur la figure 6, sa déformation rapproche les deux fils 30 du capteur bifil 12. On constate alors que la fente 34 située dans le corps élastomérique 32 du capteur bifil 12 se réduit.

Au cours de la rotation du pneumatique 10, le capteur bifil 12 évolue donc périodiquement entre une position en flexion et une position au repos.

Par ailleurs, le capteur de déformations peut être muni d'une enveloppe 36 conductrice souple reliée à un potentiel fixe de telle manière que les perturbations électromagnétiques sont atténuées. En particulier, on peut noyer des particules conductrices dans la gomme du pneumatique pour former cette enveloppe conductrice. Ces particules peuvent être par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.

Selon une variante, représentée sur la figure 8, le capteur bifil 12 est disposé en saillie du flanc du pneumatique 10 de telle manière que les fils 30 du capteur sont sensiblement compris dans un plan contenant l'axe du pneumatique, et sont sensiblement orientés selon une direction radiale. Pour que le capteur bifil ne soit sensible qu'à la flexion, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, du flanc du pneumatique, il est indispensable que les fils soient en saillie. Ainsi, lorsque le flanc du pneumatique fléchit, le capteur s'étire et les deux fils se rapprochent. Comme le capteur est en saillie du pneumatique, les efforts de cisaillement dans la gomme du pneumatique n'ont pas d'effet sur l'espacement entre les deux fils, et ce capteur est donc principalement sensible à la flexion.

Bien entendu, toute légère déviation par rapport à la forme et à l'orientation des fils du capteur bifil, par exemple dues aux tolérances de fabrication, est acceptable.

On notera enfin que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation précédemment décrits.

Il est en effet possible que le capteur soit associé à un circuit électronique porté par le pneumatique, capable d'effectuer des traitements embarqués. Grâce au circuit électronique, le capteur peut fonctionner de manière autonome, si bien qu'il n'est plus nécessaire d'utiliser le collecteur tournant, le boîtier d'acquisition ou le dispositif de traitement. Le circuit électronique comprend par exemple des moyens de stockage de mesures ainsi que des moyens d'émission des mesures stockées vers un calculateur du véhicule.

-10-

REVENDEICATIONS

1. Pneumatique (10) muni d'un capteur capacitif (12) comportant deux électrodes (30) sensiblement parallèles, le capteur capacitif étant porté par un flanc du pneumatique, **caractérisé en ce que** les électrodes (30) du capteur sont sensiblement comprises dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique et sont sensiblement orientées selon une direction orthoradiale.
2. Pneumatique (10) selon la revendication 1, dans lequel les électrodes du capteur sont des électrodes filaires.
3. Pneumatique (10) selon la revendication 2, dans lequel les électrodes sont des fils de gomme conductrice.
4. Pneumatique (10) selon la revendication 1, dans lequel les électrodes sont des électrodes rubans.
5. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les électrodes sont rectilignes.
6. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les électrodes sont en arc de cercle sensiblement concentrique à l'axe de rotation du pneumatique.
7. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les deux électrodes sont noyées dans un corps élastomérique conformé pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre.
8. Pneumatique (10) selon la revendication 7, dans lequel le corps élastomérique comporte une fente entre les deux électrodes.
9. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le capteur est muni d'une enveloppe conductrice souple reliée à un potentiel fixe, destinée à limiter les perturbations électromagnétiques.
10. Pneumatique (10) selon la revendication 9, dans lequel l'enveloppe conductrice comporte des particules conductrices noyées dans le corps élastomérique, ces particules conductrices étant par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.
11. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le capteur (12) se trouve sur une partie du flanc du pneumatique située entre une zone basse (22) et une zone de flexion maximale (26).
12. Pneumatique (10) muni d'un capteur de déformations (12), **caractérisé en ce que** le capteur (12) est agencé pour fournir une valeur caractéristique de la flexion locale, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, d'une partie (28) du flanc du pneumatique (10).

REVENDEICATIONS

1. Pneumatique (10) muni d'un capteur capacitif (12) comportant deux électrodes (30) sensiblement parallèles, le capteur capacitif étant porté par un flanc du pneumatique, **caractérisé en ce que** les électrodes (30) du capteur sont sensiblement comprises dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique et sont sensiblement orientées selon une direction orthoradiale.
2. Pneumatique (10) selon la revendication 1, dans lequel les électrodes du capteur sont des électrodes filaires.
3. Pneumatique (10) selon la revendication 2, dans lequel les électrodes sont des fils de gomme conductrice.
4. Pneumatique (10) selon la revendication 1, dans lequel les électrodes sont des électrodes rubans.
5. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les électrodes sont rectilignes.
6. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les électrodes sont en arc de cercle sensiblement concentrique à l'axe de rotation du pneumatique.
7. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les deux électrodes sont noyées dans un corps élastomérique conformé pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre.
8. Pneumatique (10) selon la revendication 7, dans lequel le corps élastomérique comporte une fente entre les deux électrodes.
9. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le capteur est muni d'une enveloppe conductrice souple reliée à un potentiel fixe, destinée à limiter les perturbations électromagnétiques.
10. Pneumatique (10) selon la revendication 9, dans lequel l'enveloppe conductrice comporte des particules conductrices noyées dans le corps élastomérique, ces particules conductrices étant par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.
11. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le capteur (12) se trouve sur une partie du flanc du pneumatique située entre une zone basse (22) et une zone de flexion maximale (26).
12. Capteur (12) de déformations comportant deux électrodes (30) sensiblement parallèles noyées dans un corps élastomérique (32) formant diélectrique, **caractérisé en ce qu'il** est conformé pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre

-11-

13. Pneumatique (10) selon la revendication 12, dans lequel le capteur (12) se trouve sur la partie du flanc du pneumatique (10) dont le capteur fournit une valeur caractéristique de la flexion locale.

5 14. Pneumatique (10) selon la revendication 12 ou 13, dans lequel la partie (28) du flanc du pneumatique dont le capteur fournit une valeur caractéristique de la flexion locale est située entre une zone basse (22) et une zone de flexion maximale (26).

15. Capteur (12) de déformations comportant deux électrodes (30) sensiblement parallèles noyées dans un corps élastomérique (32) formant un diélectrique, **caractérisé en ce qu'il** est conformé pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre.

16. Capteur (12) de déformations selon la revendication 15, dans lequel le corps élastomérique comporte une fente entre les deux électrodes.

17. Capteur (12) de déformations comportant deux électrodes (30) sensiblement parallèles noyées dans un corps élastomérique (32) formant diélectrique, **caractérisé en ce qu'il** est muni d'une enveloppe conductrice (36) souple reliée à un potentiel fixe et destinée à limiter les perturbations électromagnétiques.

18. Capteur (12) de déformations selon la revendication 17, dans lequel l'enveloppe conductrice (36) comporte des particules conductrices noyées dans le corps élastomérique, ces particules conductrices étant par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.

19. Capteur (12) de déformations selon l'une des revendications 17 ou 18, conformé pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre.

20. Capteur (12) de déformations selon la revendication 19, dans lequel le corps élastomérique comporte une fente entre les deux électrodes.

25 21. Procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique (10), **caractérisé en ce qu'on** mesure la flexion locale, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, d'une partie du flanc (28) du pneumatique.

22. Procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique (10) selon la revendication 21, dans lequel la partie (28) du flanc du pneumatique dont on mesure la flexion locale est située entre une zone basse (22) et une zone de flexion maximale (26).

30 23. Procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 21 ou 22, dans lequel on mesure en outre la pression du pneumatique.

-11-

et muni d'une enveloppe conductrice (36) souple reliée à un potentiel fixe et destinée à limiter les perturbations électromagnétiques.

13. Capteur (12) de déformations selon la revendication 12, dans lequel l'enveloppe conductrice (36) comporte des particules conductrices noyées dans le corps élastomérique, ces particules conductrices étant par exemple du noir de carbone ou des
5 particules métalliques.

14. Capteur (12) de déformations selon la revendication 12, dans lequel le corps élastomérique comporte une fente entre les deux électrodes.

15. Procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique (10), **caractérisé en ce**
10 **qu'on** mesure la flexion locale, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, d'une partie du flanc (28) du pneumatique.

16. Procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique (10) selon la revendication 15, dans lequel la partie (28) du flanc du pneumatique dont on mesure la flexion locale est située entre une zone basse (22) et une zone de flexion maximale (26).

15 17. Procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 15 ou 16, dans lequel on mesure en outre la pression du pneumatique.

1/2





